

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-15564

(43) 公開日 平成8年(1996)1月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 6/32

6/26

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-168878

(22) 出願日 平成6年(1994)6月27日

(71) 出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72) 発明者 川村 卓也

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

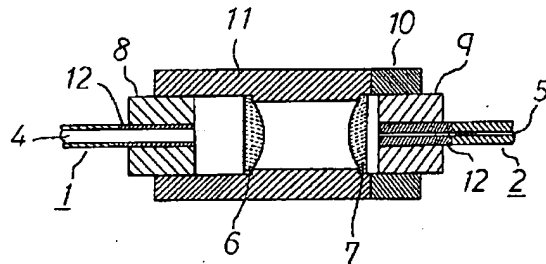
株式会社トーキン内

(54) 【発明の名称】 光ファイバ接続方式並びにその接続モジュール

(57) 【要約】

【目的】 コア径の太いマルチモード光ファイバと、コア径の細いシングルモード光ファイバを接続するのに、接続面における信号の減衰の少ない、かつ接続が容易な光ファイバ接続方式並びに接続モジュールとする。

【構成】 マルチモード光ファイバ1のマルチモードファイバコア4のコア径と、シングルモードファイバコア5のコア径の光ファイバを接続するのに、2本の光ファイバのコア径の比の焦点距離を有する焦点距離の長い第1のレンズ6と焦点距離の短い第2のレンズ7を、2本の光ファイバの間に対向してホルダ11内に配置し、シングルモード光ファイバコアを保持するシングルモードファイバホルダ9を光軸方向に前後に移動させ、又シングルモードファイバガイド10を筒状のホルダ端面に沿い移動させて調整し接続する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとを光学的に結合する光ファイバ接続方式において、マルチモード光ファイバのコア径が $a_1$ 、シングルモード光ファイバのコア径が $a_2$ であるとき、マルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとの間の光軸上にマルチモード光ファイバに対向し配置した第1のレンズとシングルモード光ファイバに対向し配置した第2のレンズの焦点距離の比を $a_1 : a_2$ とし、マルチモード光ファイバと第1のレンズの距離と、シングル

モード光ファイバと第2のレンズの距離が $a_1 : a_2$ となるように配置し、マルチモード光ファイバからの光をシングルモード光ファイバの端面に焦点を結合するように構成してなることを特徴とする光ファイバ接続方式。

【請求項2】 筒状のホルダの一方の外側端の内部にマルチモード光ファイバを保持し該光ファイバの光軸方向に摺動するマルチモード光ファイバホルダと、他方の外側端にシングルモード光ファイバを保持し該光ファイバの光軸方向に摺動するシングルモード光ファイバホルダと、前記筒状のホルダの他方の外側端面のシングルモード光ファイバの光軸方向に直角に摺動しシングルモード光ファイバホルダを内部に保持するシングルモード光ファイバガイドと、前記筒状のホルダの内部に設置されたマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとの間にマルチモード光ファイバに対向する第1のレンズと、該第1のレンズとシングルモード光ファイバとの間に配置する第2のレンズを収納し、前記第1のレンズと前記第2のレンズの焦点距離の比をマルチモード光ファイバのコア径とシングルモード光ファイバのコア径の比にし、シングルモード光ファイバとマルチモード光ファイバとに対向する第1のレンズと第2のレンズの位置を、マルチモード光ファイバホルダの光軸方向への前後移動による調整と、シングルモード光ファイバガイドの筒状のホルダ端面に沿う光軸方向と直交する方向への移動及びシングルモード光ファイバホルダの光軸方向への移動による調整とによって、調節するよう構成してなることを特徴とする光ファイバ接続モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光計測または光通信等に用いられる径の異なる光ファイバの間を接続するための光ファイバ接続方式並びにその接続モジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光計測または光通信の分野においては、光源として安定化光源を使用することが多いが、安定化光源の接続アダプタはコア径の大きいマルチモード用に作られていることが多い。そこで光源をコア径の小さいシングルモード用光ファイバに接続して使用したい場合はマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバ

とを光学的に結合することが必要になるが、従来は、図5に示すようにレセプタクルのアダプタ3を用いて、マルチモード光ファイバ1とシングルモード光ファイバ2とを図6に示すように単に機械的に直径の異なる2本のマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとを接合して光学的に結合していた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来は、前記図5及び図6に示す構成によってマルチモード光ファイバ1とシングルモード光ファイバ2の端面を機械的に接合して光学的に結合していたが、図6に示すように、マルチモード光ファイバ1とシングルモード光ファイバ2の光の通路となるコア径が異なるため接続位置で大きな結合損失を生じて、光信号を伝送する際に大きな損失を招いていた。例えば、マルチモード光ファイバのコア径が $50\mu\text{m}$ 、シングルモード光ファイバのコア径が $5\mu\text{m}$ とすると、従来のように光ファイバの接合面を単に機械的に接合する時は25dB程の結合損失が生じ、信号の伝送に問題があった。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 前記の問題を解決するために、図1に示す概略図のように径の異なる光ファイバの夫々の径の比に相当する焦点距離が $f_1$ 及び $f_2$ の2個のレンズを組合せて、2個のレンズの間の距離を $f_1 + f_2$ 、2個のレンズと光ファイバの間の距離を夫々 $f_1$ 及び $f_2$ にしレンズを光軸上に組合せて用いて、マルチモード光ファイバから出る光のビーム径を絞り、マルチモード光ファイバから出射した光をシングルモード光ファイバに光の結合を効率よく接続する光ファイバ接続方式にし、かつレンズ位置の調整の容易な光ファイバ接続モジュールとすることにある。

【0005】 即ち、図1においてマルチモード光ファイバ1のコア径が $a_1$ 、シングルモード光ファイバ2のコア径が $a_2$ であるとき、第1のレンズ6と第2のレンズ7の焦点距離の比を $a_1 : a_2$ となるようにレンズを選択し、マルチモード光ファイバに対向し配置した第1のレンズには焦点距離の大きいレンズを、又シングルモード光ファイバに対向する第2のレンズには焦点距離の短いレンズを用い、2個のレンズの間の距離は2個のレンズの焦点距離の和の長さにし光軸上に配列する。

【0006】 即ち本発明は、1、マルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとを光学的に結合する光ファイバ接続方式において、マルチモード光ファイバのコア径が $a_1$ 、シングルモード光ファイバのコア径が $a_2$ であるとき、マルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとの間の光軸上にマルチモード光ファイバに対向し配置した第1のレンズとシングルモード光ファイバに対向し配置した第2のレンズの焦点距離の比を $a_1 : a_2$ とし、マルチモード光ファイバと第1のレンズの距離と、シングルモード光ファイバと第2のレンズの距

離が $a_1 : a_2$ となるように配置し、マルチモード光ファイバからの光をシングルモード光ファイバの端面に焦点を結合するように構成してなることを特徴とする光ファイバ接続方式である。

【0007】2、筒状のホルダの一方の外側端の内部にマルチモード光ファイバを保持し該光ファイバの光軸方向に摺動するマルチモード光ファイバホルダと、他方の外側端にシングルモード光ファイバを保持し該光ファイバの光軸方向に摺動するシングルモード光ファイバホルダと、前記筒状のホルダの他方の外側端面のシングルモード光ファイバの光軸方向に直角に摺動しシングルモード光ファイバホルダを内部に保持するシングルモード光ファイバガイドと、前記筒状のホルダの内部に設置されたマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとの間にマルチモード光ファイバに対向する第1のレンズと、該第1のレンズとシングルモード光ファイバとの間に配置する第2のレンズを収納し、前記第1のレンズと前記第2のレンズの焦点距離の比をマルチモード光ファイバのコア径とシングルモード光ファイバのコア径の比にし、シングルモード光ファイバとマルチモード光ファイバとに対向する第1のレンズと第2のレンズの位置を、マルチモード光ファイバホルダの光軸方向への前後移動による調整と、シングルモード光ファイバガイドの筒状のホルダ端面に沿う光軸方向と直交する方向への移動及びシングルモード光ファイバホルダの光軸方向への移動による調整とによって、調節するよう構成してなることを特徴とする光ファイバ接続モジュールである。

【0008】

【作用】コア径の大きいマルチモード光ファイバのコア径を $a_1$ 、コア径の小さいシングルモード光ファイバのコア径を $a_2$ としたとき、第1のレンズと第2のレンズの焦点距離の比が $a_1 : a_2$ となるようにレンズを選択

$$\eta = \{ 2 / [ (mw_1/w_2) + (w_2/mw_1) ] \}^2 \dots (2)$$

此の結合効率 $\eta$ が最大となる条件 $\delta \eta / \delta m = 0$  (偏微分) から求めた $m$ の値を最適像倍率 $m_{opt}$ とすると  
 $m_{opt} = w_2 / w_1 \dots (3)$

従って式(1)及び式(3)より

$$f_2 / f_1 = w_2 / w_1 \dots (4)$$

となり、マルチモード光ファイバ1からシングルモード光ファイバ2の間に焦点距離 $f_1$ と焦点距離 $f_2$ の比が $w_1 : w_2$ となるような2個のレンズを挿入するとき最も効率よく光が伝達される。

【0012】又、2個のレンズを用いることにより1つのレンズを用いたときに比べて形状は多少大きくなるが、組立ての時に位置調整が容易になる。即ち、レンズが1個のとき結合効率が最大となる最適像倍率を $m_{1opt}$ とし、そのときのシングルモード光ファイバとレンズとの位置が最適位置から距離 $\alpha$ だけずれたとする。その時変化した像倍率 $m_1$ は

$$m_1 = 1 / [ (1/m_{1opt}) + (\alpha/f) ] \dots (5) \quad \text{※50}$$

\*し、この2個のレンズを用いてマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとを光学的に結合し、マルチモード光ファイバと、シングルモード光ファイバとの間に、第1のレンズをマルチモード光ファイバとの間に第1のレンズの焦点距離 $f_1$ だけ離し設置し、第2のレンズを第1のレンズと第2のレンズの焦点距離の和だけ離し、又第2のレンズをシングルモード光ファイバの間に第2のレンズの焦点距離だけ離して光学的に結合する。このような構成とすることにより、マルチモード光ファイバから出射した光はシングルモード光ファイバに効率よく結合し、マルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとを接続する時の結合損失を、光軸の整合の際の多少のミスマッチとレンズを通すことによる減衰による損失を高々3 dB以内とする。

【0009】又2個のレンズを前記の位置に夫々コア径の異なる光ファイバを通る光軸上に挿入することにより、コア径の大きいマルチモード光ファイバからの光束をシングルモード光ファイバのコア径内に焦点を合わせる時のレンズの位置調整は、レンズが1個の時に比べて2個のレンズの方が位置調整の範囲をほぼ3倍に大きく出来る。

【0010】即ち図1において、第1のレンズ6の焦点距離 $f_1$ 、第2のレンズ7の焦点距離 $f_2$ 、マルチモード光ファイバ1のコア径を $w_1$ 、シングルモード光ファイバ2のコア径を $w_2$ とし、マルチモード光ファイバと第1のレンズの距離を $f_1$ 、第1のレンズと第2のレンズの距離を $f_1 + f_2$ 、第2のレンズとマルチモード光ファイバの距離を $f_2$ とすると、像倍率 $m$ は  
 $m = f_2 / f_1 \dots (1)$

【0011】このとき、マルチモード光ファイバ1から出射した光がシングルモード光ファイバ2に入射する割合、即ち結合効率 $\eta$ は

※となる。  
 【0013】一方、2個のレンズを用いる時、結合効率が最大となる最適像倍率を $m_{2opt}$ とすると、図1においてその時のマルチモード光ファイバ1と第1のレンズ6との距離は、第1のレンズ6の焦点距離 $f_1$ となる。又マルチモード光ファイバ1と第1のレンズおよび第1のレンズ6と第2のレンズ7との間の距離の最適値からのずれを夫々 $\alpha$ 、 $\beta$ とすると、その時の像倍率 $m_2$ は  
 $m_2 = m_{2opt} / [ 1 - (\alpha \cdot \beta / f_1^2) ] \dots (6)$

今、マルチモード光ファイバ1のコア径が $50 \mu\text{m}$ でシングルモード光ファイバ2のコア径の比が $5 \mu\text{m}$ の時、コア径の比は $10 : 1$ であるから、 $m_{opt} = 1 / 10 = 0.1$ となる。

【0014】

【実施例】本発明の実施例を図面を用いて説明する。図1に於て、第1のレンズ6は焦点距離 $10 \text{ mm}$ 、第2のレンズ7は焦点距離 $1 \text{ mm}$ とした。光ファイバとレンズと

の配置は結合効率 $\eta$ が最大となる条件となるマルチモード光ファイバと第1のレンズとの間隔が10mm、第1のレンズと第2のレンズとの間隔が1mm、第2のレンズとシングルモード光ファイバとの間隔が1mmとなるように配置し、コア径が50 $\mu$ mのマルチモード光ファイバから波長が850nmのレーザ光を放射した。又シングルモード光ファイバには光束を受光するディテクタとしてアンリツ(株)製のMA9411Aを、ディテクタに接続するパワメータにはアンリツ(株)製のML9001Aを用い測定系全体は暗室に設置し、結合損失を測定した。また、比較例としてレンズを1個だけ用い、マルチモード光ファイバとレンズとの距離を1mm、レンズには第2のレンズと同じ焦点距離1mmのレンズを用い、レンズとコア径が5 $\mu$ mのシングルモード光ファイバとの距離を1mmとし、同様にレーザ光を放射し、結合損失を測定した。

【0015】此の条件においてそれぞれレンズを $\pm 1$ mm位置ずれたことによる結合効率の変化には、即ち(5)式において $-1 \leq \alpha \leq 1$ 、 $-1 \leq \beta \leq 1$ 即ち $-1 \leq \alpha \cdot \beta \leq 1$ のときの位置ずれによる結合効率の値を、レンズが1個の時の値を図2の(a)に、又、レンズが2個の場合を図2(b)に示す。

【0016】図2よりレンズが1個の時にはレンズが最適位置より $\pm 1$ mmずれたときの結合効率の劣化は0.05dBであり、2個のレンズを用いる時は、0.0005dBとなり、2個のレンズを用いた時、レンズの位置ずれによる結合効率の劣化が極めて小さな値となることを示す。

【0017】次に結合効率 $\eta$ の劣化が0.1dBとなる位置ずれが1個のレンズによる時と2個のレンズを前記の条件で用いた時の値を図3に示す。

【0018】結合効率の劣化が0.1dBとなる位置ずれの値は単一レンズの場合は $\pm 1.5$ mm、2個のレンズを用いた場合は $\alpha \cdot \beta$ の積で $\pm 16$ であるので、2個のレンズの位置ずれの許容差は夫々 $\pm 4$ mmとなり、単一レンズの場合に比べて、ほぼ一般的には3倍の位置ずれの余裕となる。また、第1のレンズの位置が最適位置( $\alpha = 0$ )に固定されている時は $\beta$ がどの値をとっても $\alpha \cdot \beta = 0$ となるので、第2のレンズをどの位置に置いても結合効率の劣化はほとんどないということになる。単一レンズ系と2個のレンズ系のシングルモードファイバとマルチモードファイバとの距離が同じであれば2個のレンズ系の許容誤差が大きくなる。

【0019】一方、本発明の光ファイバ接続モジュールの具体例について図面を参照して説明する。図4にその詳細を示す。コア径50 $\mu$ mのマルチモード光ファイバ1とコア径5 $\mu$ mのシングルモード光ファイバ2が本実施例では焦点距離10mmの第1のレンズ6と焦点距離1mmの第2のレンズ7を介して光学的に結合している。光ファイバ接続モジュールの結合損失は3dB以下

である。

【0020】図4に示す本発明による光ファイバ接続モジュールの製作手順としては、1)マルチモード光ファイバ1、シングルモード光ファイバ2を各々マルチモード光ファイバホルダ8、シングルモード光ファイバホルダ9に固定する、2)第1のレンズ6をホルダ11に固定する、3)第1のレンズ6を透過した光が平行光線となるように、マルチモード光ファイバホルダ8の位置を光軸方向に調整した後にホルダ11に固定する、4)第2のレンズ7をホルダ11に固定する、5)第2のレンズ7を透過した光をシングルモード光ファイバ2に最大の結合効率で結合させるため、シングルモード光ファイバガイド10を光軸に対し垂直方向にシングルモード光ファイバガイド10とホルダ11とを接合面をすべらせながら最もよい条件となる接合点を見つけ出し、さらにシングルモード光ファイバホルダ9を光軸方向に沿い最適位置に調整する。各々サブミクロンの精度で調整した後に、シングルモード光ファイバホルダ9をシングルモード光ファイバガイド10に、シングルモード光ファイバガイド10をホルダ11に固定する。

【0021】なお、本発明の実施例では、コア径が50 $\mu$ mのマルチモード光ファイバとコア径が5 $\mu$ mのシングルモード光ファイバを接続するのに、焦点距離が10mmの第1のレンズと焦点距離が1mmの第2のレンズからなる2個のレンズを用い構成した例で示したが、レンズの焦点距離は10mmと1mmの2個のレンズに限定するものでなく、接続する光ファイバのコア径の比の焦点距離を有する2個のレンズであれば何れの焦点距離を有するレンズの組合せでもよい事は当然である。

【0022】

【発明の効果】以上説明したようにコア径の異なるマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとを接続するのにマルチモード光ファイバのコア径を $a_1$ 、シングルモード光ファイバのコア径を $a_2$ としたとき、2個のレンズを用いて整合するのに、第1のレンズと第2のレンズの焦点距離の比が $a_1 : a_2$ となるようにレンズを選択し、マルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとの間にレンズを介して光学的に結合することにより、マルチモード光ファイバから射出した光はシングルモード光ファイバに効率よく結合し結合損失を3dB以下とすることができ、少なくとも従来に比べてコア径が50 $\mu$ mのマルチモード光ファイバと、コア径が5 $\mu$ mの光ファイバを接続するとき20dB以上も効率よく光を伝送出来る光ファイバ接続モジュールが提供出来る。

【0023】又コア径が異なる2本のファイバを接続するのに、焦点距離の異なる2個のレンズを組合せた光ファイバ接続モジュールとすることにより、レンズの調整位置の位置決めがレンズが1個の場合に比べて格段に容易な光ファイバ接続モジュールとすることが出来る効果

7

を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバ接続方式を説明する概略図。

【図2】本発明の光ファイバ接続方式における、単一レンズ系と2個のレンズ系とのレンズの位置ずれと結合効率との関係を示す図で、図2(a)は単一レンズの時の特性図、図2(b)は2個のレンズを用いた本発明による構成の時の特性図。

【図3】本発明の光ファイバ接続方式における単一レンズと2個のレンズを用いた時の結合効率が0.1 dBとなるレンズの位置ずれを示すための図で、図3(a)は単一レンズの特性図、図3(b)は2個のレンズを用いた本発明による構成の時の特性図。

【図4】本発明による光ファイバ接続モジュールの縦断面図。

【図5】従来の光ファイバ接続モジュールの部分断面図。

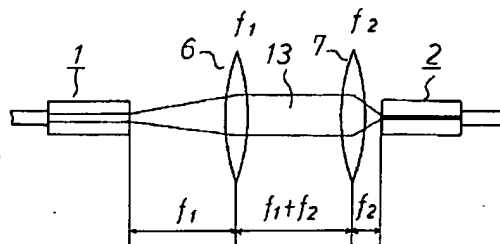
8

【図6】従来のマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバの接続を示す縦断面図。

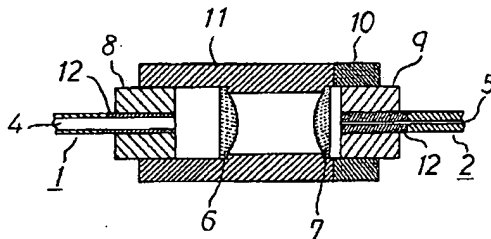
【符号の説明】

- 1 マルチモード光ファイバ
- 2 シングルモード光ファイバ
- 3 アダプタ
- 4 マルチモードファイバコア
- 5 シングルモードファイバコア
- 6 第1のレンズ
- 7 第2のレンズ
- 8 マルチモード光ファイバホルダ
- 9 シングルモード光ファイバホルダ
- 10 シングルモード光ファイバガイド
- 11 ホルダ
- 12 フェルルール
- 13 光束
- 14 クラップ

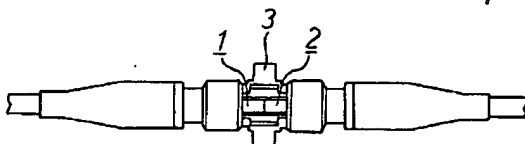
【図1】



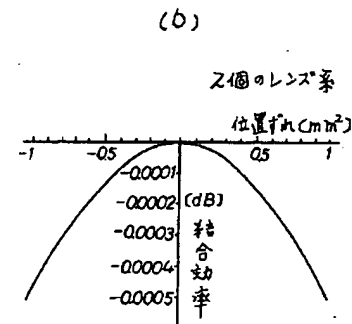
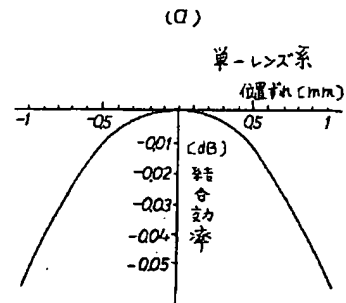
【図4】



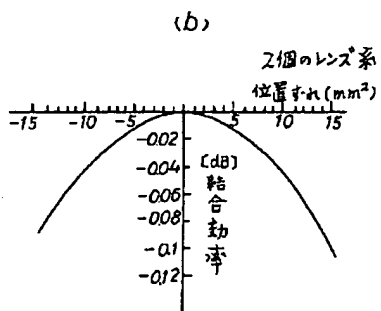
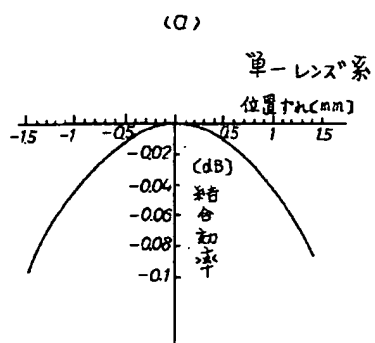
【図5】



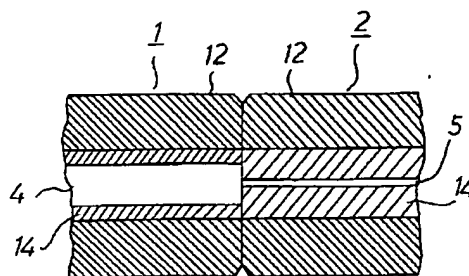
【図2】



【図3】



【図6】



ERWENT-ACC-NO: 1996-119977

DERWENT-WEEK: 199613

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Optical fibre connection system for optical  
communication system - couples light from multimode  
optical fibre to end face of single mode optical fibre

PATENT-ASSIGNEE: TOKIN CORP[TOHM]

PRIORITY-DATA: 1994JP-0168878 (June 27, 1994)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 08015564 A	January 19, 1996	N/A	006	G02B 006/32

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 08015564A	N/A	1994JP-0168878	June 27, 1994

INT-CL (IPC): G02B006/26, G02B006/32

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 08015564A

BASIC-ABSTRACT:

The connection system is used to optically couple a multimode optical fibre (1) with a single mode optical fibre (2). Diameter of a multimode fibre core (4) is 'a1' and that of a single mode fibre core (5) is 'a2'. A first lens (6) and a second lens (7) are provided facing each other in the space between the two optical fibres.

Ratio of the focal length of the two lens is proportional to a1:a2. Ratio of the distance of the multimode fibre from the first lens to the distance of the single mode fibre from the second lens, is also proportional to a1:a2. This setup couples light from multimode optical fibre with end face of the single mode optical fibre.

ADVANTAGE - Reduces signal attenuation. Simplifies connection. Raises optical information transmission efficiency.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.4/6

TITLE-TERMS: OPTICAL FIBRE CONNECT SYSTEM OPTICAL COMMUNICATE SYSTEM  
COUPLE  
LIGHT MULTIMODE OPTICAL FIBRE END FACE SINGLE MODE OPTICAL FIBRE

DERWENT-CLASS: P81 V07

EPI-CODES: V07-G04; V07-G10D;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1996-100420